
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2006/2007 Academic Session
Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2006/2007

April 2007
April 2007

ESA 242/3 – Aerospace Thermodynamics
Termodinamik Aeroangkasa

Hour : [3 hours]
Masa : [3 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES
ARAHAN KEPADA CALON :

Please ensure that this paper contains **TEN (10)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*

Part A : Answer **TWO (2)** questions.

Part B : Answer **TWO (2)** questions.

All questions carry the same marks.

*Bahagian A : Jawab **DUA (2)** soalan sahaja.*

*Bahagian B : Jawab **DUA (2)** soalan sahaja.*

Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia.

Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.

Each questions must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

PART A
BAHAGIAN A

1. (a) Discuss about the definition and types of heat transfer modes.

Bincang definisi dan jenis proses pemindahan haba.

(6 marks/markah)

- (b) A rigid tank contains 50 kg of saturated liquid water at $T=90^{\circ}\text{C}$, $P=1.5\text{MPa}$.

Sebuah tangki tegar mengandungi 50 kg cecair air tepu pada $T=90^{\circ}\text{C}$, $P=1.5\text{MPa}$.

- i. Estimate its specific volume using an ideal gas assumption.

Anggarkan isipadu tetentu cecair ini dengan menggunakan kaedah gas ideal.

(2 marks/markah)

- ii. Determine its specific volume using property table, and by using this value, determine the pressure in the tank and the volume of the tank by using the same table.

Cari nilai isipadu tetentu cecair ini dengan menggunakan jadual ciri cecair. Kemudian, cari nilai tekanan dan isipadu tangki berkenaan dengan menggunakan jadual yang sama.

(6 marks/markah)

- (c) An 80-L vessel contains 4 kg of heated water at a pressure of 150kPa.

Sebuah bekas 80-L mengandungi 4 kg air yang dipanaskan pada tekanan 150kPa.

- i. Sketch a p-v diagram for the state of the water (show the location of the state on the diagram).

Lukiskan gambarajah p-v untuk keadaan air tersebut (tunjukkan di mana air itu patut berada di dalam gambarajah itu)

(3 marks/markah)

- ii. Determine :

- the temperature of the water
- the quality
- the enthalpy of the water, and
- the volume occupied by the vapor phase

Cari :

- suhu air tersebut
- Kualiti
- Nilai tenaga dalaman air tersebut dan
- Isipadu wap air yang dihasilkan

(8 marks/markah)

2. (a) Explain the following terms from the thermodynamics point of view

Terangkan istilah-istilah yang berikut mengikut acuan termodinamik:

- i. Property
- ii. Extensive property
- iii. State

- i. Ciri
- ii. Ciri extensif
- iii. Keadaan

(6 marks/markah)

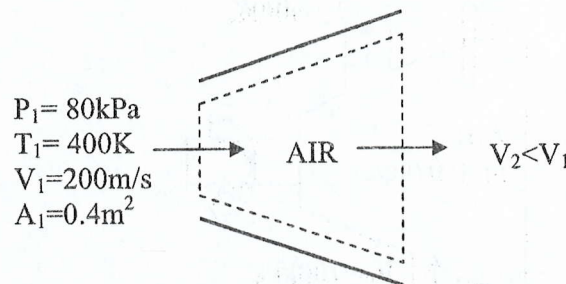


Figure 1: Schematic for a diffuser system

- (b) Air at 10°C and 80kPa enters diffuser of a jet engine steadily with a velocity of 200 m/s . The inlet area of the diffuser is 0.4 m^2 . The air leaves the diffuser with a velocity that is very small compared with the inlet velocity (refer Figure 1).

Udara yang bersuhu 10°C dan bertekanan 80kPa memasuki corong mencapah sebuah enjin jet pada kelajuan 200 m/s . Luas pintu masuk corong mencapah adalah 0.4 m^2 . Udara itu kemudiannya meninggalkan corong mencapah dengan kelajuan yang lebih kecil berbanding dengan kelajuan di pintu masuk corong mencapah (rujuk Gambarajah 1).

- i. What are the assumptions that can be made for this system?

Apakah anggapan yang boleh dibuat daripada sistem ini?

(6 marks/markah)

- ii. Determine the mass flow rate of the air.

Cari nilai kadar jisim bendalir udara tersebut.

(5 marks/markah)

- iii. Determine the temperature of the air leaving the diffuser.

Cari suhu udara yang keluar daripada corong mencapah.

(8 marks/markah)

3. (a) Discuss about steady, unsteady, uniform state flows.

Bincang tentang proses aliran mantap, tidak mantap, dan seragam.

(6 marks/markah)

- (b) Write the general equation for the first law of thermodynamics or the energy balance.

Tulis persamaan am bagi hukum pertama termodinamik atau keseimbangan tenaga.

(3 marks/markah)

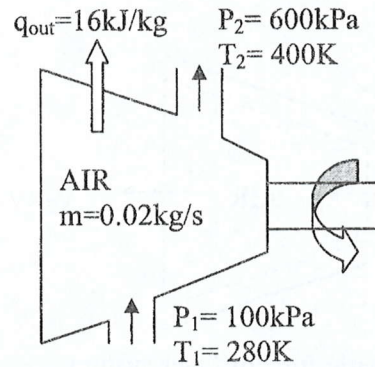


Figure 2: Schematic for a compressor system

- (c) Air at 100kPa and 280K is compressed steadily to 600kPa and 400K. The mass flow rate of the air is 0.02 kg/s, and a heat loss of 16kJ/kg occurs during the process (refer Figure 2).

Udara pada tekanan 100kPa dan suhu 280K ditambah tekanan secara mantap kepada 600kPa dan suhu 400K. Kadar jisim bendalir udara tersebut adalah 0.02 kg/s, dan kadar kehilangan haba adalah 16 kJ/kg berlaku semasa proses penambahan tekanan tersebut (rujuk Gambarajah 2).

- i. Write the assumptions that can be made for this system.

Tulis anggapan yang boleh dibuat untuk sistem ini.

(6 marks/markah)

- ii. Derive an explicit equation from the general energy balance equation that can be used for the system.

Daripada persamaan am keseimbangan tenaga, dapatkan persamaan yang khusus yang boleh digunakan untuk sistem ini sahaja.

(4 marks/markah)

- iii. Determine the necessary power input to the compressor.

Cari nilai kuasa yang diperlukan untuk dibekalkan kepada alat penekan tersebut.

(6 marks/markah)

PART B**BAHAGIAN B**

4. (a) Two well insulated tanks filled with carbon monoxide (CO) gas are connected by valve. In tank A, 1 kg of gas is stored at 100 Kpa and 330⁰ K. In tank B, 5 kg of gas are stored at 500 Kpa and 870⁰ K. A valve is opened and the contents of two tanks are allowed to mix until equilibrium is attained. Assuming ideal gas behaviour for the carbon monoxide, determine :

Dua buah tank yang terisolasi berisi gas karbon monoksida yang dihubungkan melalui katup. Dalam tank A tersimpan 1 kg gas pada tekanan 100 Kpa dan suhu 300⁰ K. Sedang dalam tank B dengan 5 kg gas pada tekanan 500 Kpa suhu 870⁰ K. Katup dibuka dan gas yang terkandung di dalam kedua tank bercampur. Anggap gas karbon monoksida ini bersifat sebagai gas ideal. Tentukan

- i. The volume of each tank in m³

Volume masing masing tank dalam m³

(3 marks/markah)

- ii. The final temperature in ⁰K

Suhu akhir dalam ⁰K

(3 marks/markah)

- iii. The final pressure in Kpa

Tekanan akhir dalam Kpa

(3 marks/markah)

- (b) Air, initially at 0.75 bar, 1000^0 K and occupying a volume of 0.12 m^3 undergoes two process. The air is compressed isothermally until the volume is halved. Then it undergoes a constant pressure process until the volume is haved again. Assuming ideal gas behaviour so :

Udara semulanya berada pada tekanan 0.75 Bar dan suhu 1000^0 K menempati ruang dengan volume 0.12 m^3 . Udara kemudian di tekan secara isothermal sampai volumenya tinggal separuh. Selanjutnya mengalami proses tekanan dengan tekanan tetap sehingga volumenya menjadi separuh lagi. Anggap udara bersifat sebagai gas ideal.

- i. Sketch the process on a p-v diagram

Sket proses yang terjadi dalam bentuk diagram p-v

(3 marks/markah)

- ii. Determine the total work for the two process in kJ

Tentukan total kerja dari kedua proses tersebut dalam kJ

(3 marks/markah)

- iii. Determine the total heat transfer for the two process in kJ

Tentukan total perinpadahan panas kedua proses tersebut dalam kJ

(3 marks/markah)

- (c) Steam enters a turbine through a duct with a diameter of 0.2 m. The steam velocity is 100 m/s, the pressure is 14 Mpa and the temperature is 600°C . Steam exits the turbine through a duct of diameter 0.8 m with a pressure of 500 Kpa and a temperature of 180°C . Determine for operation at steady state :

Wap air masuk kedalam turbine melalui saluran dengan diameter 0.2 m. Kecepatan wap air ialah 100 m/s, tekanan 14 Mpa dan suhu 600°C . Uap keluar melalui saluran dengan diameter 0.8 m dan tekanan 500 kPa dan suhu 180°C . Tentukan untuk proses tunak ini

- i. The velocity of the steam at the exit, in m/s

Kecepatan wap pada bahagian keluar dalam m/saat

(3 marks/markah)

- ii. The mass flow rate of the steam in kg/h

Halaju aliran jisim wap dalam kg/jam

(4 marks/markah)

5. (a) A proposed power cycle receives energy by heat transfer from saturated steam at pressure of 1 atmosphere and discharge energy by heat transfer to nearby lake which at 70°F . It is possible for this cycle to achieve a thermal efficiency of 30 %

Suatu proses power cycle menerima tenaga melalui perpindahan panas dari "saturated steam" pada tekanan 1 atmosfer dan melepaskan panas dengan perpindahan panas ke suatu danau didekatnya pada suhu 70°F . Apakah mungkin system dengan cycle ini mencapai efisiensi panas 30 %

(5 marks/markah)

- (b) A steady state of a power cycle having a thermal efficiency of 38% generate 100 MW of electricity while discharging energy by heat transfer to cooling water at an average temperature of 21°C . The average temperature of the steam passing through the boiler is 48°C .

Suatu "Power cycle" tunak memiliki efisiensi panas 38% menghasilkan 100 MW tenaga listrik. Pelepasan tenaga melalui perpindahan panas ke air penyejuk pada suhu purata 21°C . Suhu purata dari wap air yang melalui boiler ialah 48°C .

Determine

Tentukan :

- i. The rate at which energy is discharged to the cooling water in MW

Halaju dari tenaga yang dilepaskan ke air penyejuk dalam MW

- ii. The minimum theoretical rate at which energy could be discharged to the cooling water in MW. Compare with the actual rate and discuss.

Halaju minimum teoritis tenaga yang boleh dilepaskan ke air penyejuk dalam MW Bandingkan dengan halaju sebenarnya dan perbincangkan.

(10 marks/markah)

- (c) A heat pump provides $3 \times 10^4 \text{ KJ/h}$ to maintain a dwelling at 23°C on a day when the outside temperature is 0°C . The power input to the heat pump is 4 kW. Determine the coefficient of performance of the heat pump and compare it with the coefficient of performance of a reversible heat pump cycle operating between reservoir at the same temperatures.

Suatu "heat pump" memberikan $3 \times 10^4 \text{ KJ/h}$ untuk menjaga suatu bilik pada suhu 23° pada siang hari dimana suhu luar 0°C . Tenaga masukan ke "heat pump" ialah 4 Kw. Tentukan pemalar prestasi dari "heat Pump" dan bandingkan dengan pemalar prestasi sebuah "heat pump" dengan "cycle reversible" dan bekerja pada reservoir yang bersuhu sama.

(10 marks/markah)

6. (a) Water is the working fluid in a Carnot vapor power cycle. Saturated liquid enters the boiler at a pressure of 70 bar, and saturated vapor enter the turbine. Condenser pressure is 0.06 bar.

Air sebagai cecair kerja suatu sistem yang bekerja berdasarkan "Carnot Vapor Power Cycle". Cecair keadaan jenuh (saturated liquid) masuk ke dalam "boiler" pada tekanan 70 bar . Wap jenuh masuk ke bagian turbin. Tekanan pada "condenser "0.06 bar.

Determine :

Tentukan

- i. Thermal efficiency

Efisiensi panas

- ii. The back work ratio

"The back work ratio"

- iii. The work of the cycle per unit mass of water flowing, in Kj/Kg

Kerja dari "cycle system" per satuan jisim air yang mengalir dalam Kj/kg

- iv. The heat transfer from the working fluid passing through the condenser, in Kj/Kg of steam flowing

Perpindahan panas dari cecair kerja yang melalui "condenser" dalam Kj/kg wap air yang mengalir

(12 marks/markah)

- (b) An air standard Diesel cycle has a compression ratio of 18 and cut off ratio of 2.5. The state at the beginning of compression is fixed by $p = 0.9$ Bar and $T = 300^{\circ}$ K.

Suatu "Diesel cycle" standar mempunyai nisba tekanan (pressure ratio) 18 dan "cut off ratio" 2.5. Keadaan pada permulaan kompresi ialah tetap pada tekanan $p = 0.9$ bar dan suhu $T = 300^{\circ}$ K.

Determine :

Tentukan :

- i. The net work per unit mass of air in KJ/kg

Kerja net per satuan jisim udara dalam KJ/Kg

- ii. The thermal efficiency

Efisiensi panas

- iii. The maximum pressure in the cycle , in kPa

Tekanan maksimum dalam cycle tersebut dalam satuan kPa

- iv. The mean effective pressure in kPa

Tekanan efektif dalam satuan kPa

(13 marks/markah)